

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI**

CARLOS AFONSO DE SOUZA GOMES

**A IMPORTÂNCIA DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO NAS INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS EM PRÉDIOS PÚBLICOS: ESTUDO DE CASO DE UMA
IGREJA NA CIDADE DE POTÉ/MG**

TEÓFILO OTONI

2018

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI**

CARLOS AFONSO DE SOUZA GOMES

**A IMPORTÂNCIA DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO NAS INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS EM PRÉDIOS PÚBLICOS: ESTUDO DE CASO DE UMA
IGREJA NA CIDADE DE POTÉ/MG**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de
Engenharia Elétrica das Faculdades
Unificadas de Teófilo Otoni, como
requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Engenharia
Elétrica.**

**Área de Concentração:
Instalações Elétricas**

**Orientador: Professor Felipe
Lagoas**

TEÓFILO OTONI

2018



FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI

FOLHA DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: **A IMPORTÂNCIA DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM PRÉDIOS PÚBLICOS: ESTUDO DE CASO DE UMA IGREJA NA CIDADE DE POTÉ/MG**, elaborado pelo aluno **CARLOS AFONSO DE SOUZA GOMES** foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceita pelo curso de Engenharia Elétrica das Faculdades Unificadas Teófilo Otoni, como requisito parcial da obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA ELÉTRICA.

Teófilo Otoni, 05 de Dezembro de 2018

Prof. Orientador

Prof. Examinador 1

Prof. Examinador 2

Dedico este estudo a minha
família, sendo sustentação
como alicerce e equilíbrio

como asas para os meus
sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por nos proporcionar tais experiências, nos enchendo de força e coragem para enfrentar todos os obstáculos.

Agradeço a minha família pelo apoio nos momentos de angústias.

Agradeço à Coordenadora do Curso de Engenharia Elétrica, Keytiane Iolanda Moura, pela disponibilidade e ajuda sempre que solicitada.

Agradeço ao Orientador Professor Felipe Lagoas pelos ensinamentos, discussões e incentivos durante o processo de orientação. Obrigado por compartilhar um pouco do seu vasto conhecimento.

*Onde as necessidades do
mundo e os seus talentos
se cruzam, aí está a sua
vocação.*

LISTA DE ABREVIATURAS

ABESCO – Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Conservação de Energia

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRACOPEL – Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade

DDR – Disjuntor Diferencial Residual

DPS – Dispositivo de Proteção contra Surtos

IDR – Interruptor Diferencial Residual

IEC - International Electrotechnical Commission

PROCOBRE – Instituto Brasileiro do Cobre

QD – Quadro de Distribuição

SPDA – Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 01: Disjuntor termomagnético 18**
- FIGURA 02: DPS (Dispositivo de Proteção contra Surtos de Tensão) 19**
- FIGURA 03: IDR (Interruptor Diferencial Residual) 20**
- FIGURA 04: Quadro de distribuição de acordo a NBR 5410 21**
- FIGURA 05: Quadro de distribuição fora dos padrões 22**
- FIGURA 06: Fachada da Igreja 27**
- FIGURA 07: Interior da Igreja 27**
- FIGURA 08: Quadro de alimentação 29**
- FIGURA 09: Quadro de Distribuição 01 30**
- FIGURA 10: Quadro de Distribuição 0231**
- FIGURA 11: Quadro de Distribuição 03 32**
- FIGURA 12: Caixa de Derivação 33**
- FIGURA 13: Proposta de quadro de distribuição 36**

RESUMO

Para garantir à população uma instalação segura e dentro das normas regulamentadoras é de grande importância seguir as diretrizes que tornam necessárias a utilização de dispositivos de proteção, mas por ser uma cidade pouco estruturada, normalmente os habitantes não vêem o projeto elétrico como uma peça fundamental na construção e manutenção da sua instalação (caso da Igreja). O estudo de caso dos dispositivos de proteção da instalação elétrica de uma igreja no município de Poté/MG tem como objetivo analisar o quadro de distribuição e trabalhar diretamente nas instalações malfeitas que geram risco ao local e à população e implementar teoricamente um sistema no quadro de distribuição através dos dispositivos de proteção que elimine riscos de incêndio e choques elétricos, demonstrando paralelamente a importância do estudo do local através do projeto elétrico. Os resultados foram conforme esperados: instalação insegura com grandes perdas de energia e dimensionamento em desconformidade com as normas técnicas. Portanto, o estudo conclui que a instalação da igreja é insegura e ineficiente e demonstra a importância do dimensionamento adequado dos dispositivos de proteção para uma instalação, como o caso da igreja.

Palavras-chave: Instalações elétricas. Quadro de distribuição. Risco. Importância.

ABSTRACT

In order to guarantee the population a safe installation and within the regulatory norms it is of great importance to follow the guidelines that make necessary the use of protection devices, but since it is a poorly structured city, the inhabitants usually do not see electrical design as a fundamental construction and maintenance of its installation (in the case of the Church). The case study of the protection devices of the electrical installation of a church in the municipality of Poté/MG aims at analyzing the distribution board and working directly on the poor installations that generate risk to the place and the population and to theoretically implement a system within the framework of distribution through the protection devices that eliminate the risk of fire and electric shocks, demonstrating in parallel the importance of the study of the place through the electrical design. The results were highly expected: unsafe installation with large losses of energy and dimensioning in nonconformity as the technical standards. Therefore, the study concluded that the installation is insecure and inefficient and demonstrates the importance of scaling protection devices for an installation, such as the church.

Keywords: Electrical installations. Switchboard. Risk. Importance.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	As instalações elétricas no Brasil	14
2.2	A NBR 5410:2008 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão	16
2.3	Segurança e economia nas instalações	16
2.4	Dispositivos de proteção, seccionamento e comando	17
2.4.1	Disjuntor	18
2.4.2	Dispositivo de Proteção contra Surtos de Tensão	18
2.4.3	Interruptor Diferencial Residual	19
2.5	Quadros de Distribuição	20
2.5.1	Dimensionamento de quadros de distribuição	22
3	METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA	24
3.1	Classificação da Pesquisa Quanto aos Fins	24
3.2	Classificação da Pesquisa Quanto aos Meios	24
3.2.1	Descrição e caracterização da área de estudo	24
3.2.2	Procedimento de Coleta de Dados	25
3.3	Tratamento dos Dados	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1	Levantamento de dados gerais do local de estudo	26
4.2	Análise dos quadros de distribuição	27
4.3	Desenvolvimento dos estudos técnicos enfatizando a importância dos dispositivos de proteção	33
5	CONCLUSÃO	37

1 INTRODUÇÃO

Para garantir à população uma instalação segura e dentro das normas regulamentadoras é de grande importância seguir as diretrizes que tornam necessárias a utilização de dispositivos de proteção. Estes garantem a segurança da população (principalmente em locais públicos de grande circulação) e dos equipamentos que compõem a instalação tanto contra choque elétricos, sobreaquecimentos e curtos circuitos quanto para maiores problemas como incêndio e vítimas fatais (DANIEL, 2010).

Um projeto básico executivo garante a qualidade e segurança de instalação elétrica estável e com locais pontuais que poderão ser alvo de instalações e alterações futuras. Assegura que as instalações sejam feitas com segurança e visa economia na compra e utilização dos materiais, baseando nos conceitos das normas regulamentadoras específicas, como a NBR 5410:2008 e a ND 5.1 (PÓVOAS, 2010).

Segundo Póvoas (2010) conscientizar a população da importância do projeto e dos benefícios que um estudo da instalação antes da execução gera para a população é uma forma eficaz de implantação de ideias em um determinado local. Contratar um profissional qualificado tanto para projetar quanto para executar é outra forma de assegurar qualidade, pois este profissional tem consciência de que os dispositivos de proteção devem ser utilizados na instalação e racionalizar estes dispositivos pode não ser a melhor alternativa para o projeto.

Todos esses conceitos são peças de um quebra-cabeças que compõem uma instalação elétrica bem dimensionada e segura. Um dos pontos mais importantes de uma instalação é o quadro de distribuição elétrica, onde ficam os dispositivos de proteção, que asseguram uma instalação sem riscos para quem utiliza.

A estimativa da Procobre é que a demanda por energia elétrica aumentou seis vezes nos últimos 30 anos. Na década de 90, um modelo mais comum de chuveiro era de 1.800W, hoje a potência do aparelho chega a 8.000W. No passado, um fio seção de 2,5mm era mais que suficiente para atender as necessidades de uma residência, hoje essa medida é de 6,0mm. Com isso, é evidente que muitas instalações elétricas estão defasadas,

normalmente sem dispositivos de proteção, expondo a população a riscos diversos, desde a quedas de energia até causar mortes (PROCOBRE, 2014).

De acordo com a ABRACOPEL (Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade), em 2014 o número de acidentes envolvendo eletricidade aumentou 17,7% em relação ao ano de 2013. Só nos casos de fatalidade em relação ao choque elétrico, o índice subiu mais de 6%. Em 2013 ocorreram 592 casos de mortes provocadas pela eletricidade e em o número subiu para 627 mortes, totalizando um aumento de 6% em relação ao ano anterior. A maioria são homens, com 560 casos contra 67 de acidentes fatais em que as vítimas são mulheres.

Por ser uma cidade pouco estruturada, normalmente os habitantes não vêm o projeto elétrico como uma peça fundamental na construção e manutenção da sua instalação (caso da Igreja). O estudo da segurança da instalação será muito importante para demonstrar os perigos que a população corre ao utilizarem instalações de baixa qualidade, podendo ser estendido para outras áreas como instalações públicas, indústrias e comerciais. Além do estudo agregar conhecimento e informação a quem terá acesso, o processo corrigirá teoricamente a instalação de forma a trazer segurança, conforto e economia para a igreja.

Diante disto, o estudo de caso dos dispositivos de proteção da instalação elétrica de uma igreja no município de Poté/MG tem como objetivo analisar o quadro de distribuição e trabalhar diretamente nas instalações malfeitas que geram risco ao local e à população e implementar teoricamente um sistema no quadro de distribuição através dos dispositivos de proteção que elimine riscos de incêndio e choques elétricos, demonstrando paralelamente a importância do estudo do local através do projeto elétrico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 As instalações elétricas no Brasil

Há tempos, os profissionais da área buscam conscientizar a população sobre a necessidade de ter uma instalação elétrica segura. Mas, infelizmente, apesar dos esforços praticados o nível desejado ainda não foi atingido. O número de acidentes e incidentes providos de instalações malfeitas é grande (PROCOBRE, 2014).

Segundo a Procobre (2014) a parte normativa teve grande avanço pois o Brasil anda paralelamente com a International Electrotechnical Commission (IEC) que é a principal entidade mundial que desenvolve normas técnicas no setor elétrico. Diante disso, o Brasil possui em suas normas técnicas os conceitos mais avançados do mundo, em relação as instalações elétricas. Outro avanço ocorreu na fabricação dos produtos do setor, fiscalizados rigorosamente pelo Imetro e sempre em avanço em relação a tecnologia. Portanto, diante deste cenário, o problema está basicamente na aplicação das normas técnicas nas instalações elétricas. Não basta apenas ter bons produtos e boas normas, é preciso dimensionar através dos projetos elétricos e da aplicação por profissionais qualificados para que a instalação elétrica seja segura, econômica e eficiente para quem utiliza. É neste ponto onde o avanço é mínimo.

Nas instalações antigas e autogeridas a situação é ainda mais grave. O problema está também na falta de profissional adequado para supervisionar o procedimento, nos casos citados. Portanto, a segurança nesses locais é mínima, haja vista que os problemas vão de condutores mal dimensionados até a queima de equipamentos ocasionada por curtos-circuitos. Nas instalações antigas (com mais de 20 anos) é mais comum a inadequação das instalações porque os centros comerciais de hoje demandam mais equipamentos, com isso demandando mais energia do que a 20 anos atrás, causando uma série de fatores como superaquecimento dos condutores, ressaltando o deterioramento natural dos equipamentos (PROCOBRE, 2014).

De acordo com os dados levantados pelo Programa Casa Segura, criado pelo Procobre em 2005, as avaliações de cerca de 16 mil prédios exibiram os seguintes resultados:

- Problemas identificados pelo Programa Casa Segura nos edifícios residenciais da cidade de São Paulo com mais de 20 anos:
 - ✓ 100% - Falta de dispositivo contra sobretensão;
 - ✓ 98% - Falta de condutores de proteção;
 - ✓ 98% - Falta de dispositivo de proteção residual;
 - ✓ 93% - Dispositivo de proteção incompatível com os condutores;
 - ✓ 85% - Falha no sistema de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA (aterramento, descidas, continuidades);
 - ✓ 82% - Quadros com materiais combustíveis;
 - ✓ 79% - Quadro de distribuição com partes energizadas acessíveis;
 - ✓ 53% - Evidência de aquecimento excessivo dos condutores.

- Resultado das avaliações do Programa Casa Segura - as avaliações do programa casa segura também constataram que parte dos apartamentos dos edifícios com mais de 20 anos:
 - ✓ Não cumpriam os requisitos mínimos de segurança nas montagens de circuitos e quadros, materiais e dispositivos utilizados;
 - ✓ Não existiam (ou eram ineficazes) os sistemas de aterramento e os condutores de proteção, com risco de choques elétricos nos usuários;
 - ✓ Os circuitos estavam operando em sobrecarga, com as proteções (disjuntores e alguns fusíveis) subdimensionados e sem atuação real, provocando aquecimento excessivo dos condutores, quadros e conexões e risco de incêndio na instalação
 - ✓ Próximos os circuitos e quadros estavam sendo armazenados produtos inflamáveis e utilizados materiais combustíveis.

- ✓ Não utilizavam componentes com tecnologias mais recentes, como condutores com baixa emissão de fumaça em áreas especiais especificadas nas normas técnicas e que podem diminuir o número de vítimas em caso de incêndios.

Diante deste cenário, o Panorama da situação das Instalações elétricas prediais no Brasil, criado pelo Procobre no ano de 2014, estabelece que para diminuir radicalmente esses problemas uma solução seria tornar obrigatório a certificação das instalações de baixa tensão baseadas na NBR 5410:2008, que traz consigo todas as informações necessárias para uma instalação segura, eficiente e econômica. A sugestão é aplicar o conceito aos poucos, primeiro em prédios públicos, em seguida com prédios de grande afluência de públicos e em seguida para residências (PROCOBRE, 2014).

2.2 A NBR 5410:2008 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão

A NBR 5410 é uma norma aplicada a instalações elétricas prediais, públicas e comerciais que condiciona adequadamente o funcionamento das instalações de baixa tensão, até 1000V alternados e 1500V contínuos. A norma traz textos explicativos de como devem ser dimensionadas a instalação, servindo como guia para os profissionais da área. O profissional que trabalha diretamente com as normas regulamentadoras tem uma maior segurança no emprego dos seus componentes. Resumidamente, a NBR 5410 estabelece condições para garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado das instalações e a conservação dos bens que estão ligados à rede de alimentação predial, comercial ou pública.

Normas existem para regulamentar, tornar as instalações elétricas uniformes e qualificadas, e a NBR-5410 existe justamente pela preocupação com as instalações elétricas de baixa tensão, pois muitos acidentes ocorrem neste tipo de instalação com usuários que nem sempre possuem qualificação. Segurança nas instalações é assegurar que todos os equipamentos estão dimensionados de acordo com as normas técnicas específicas.

2.3 Segurança e economia nas instalações

Ao iniciar uma construção predial, todos atentam a dois fatores principais para o bom funcionamento da instalação: a segurança e a economia. Só que, na maioria dos casos, esses conceitos são praticamente descartados. O projeto elétrico para alguns não passa de um custo adicional para a construção, por não terem conhecimento de sua real necessidade. Basicamente um projeto elétrico é feito para servir como guia prático do eletricitista, mas em seu conceito também é elaborado para dar segurança e economia.

Segundo Fernandes (2015), o primeiro ponto de economia vem na conta de energia. As emendas mal feitas, os condutores mal dimensionados e os materiais de baixa qualidade são fatores que aumentam a demanda de energia. O projeto elétrico garante ao consumidor a utilização correta dos materiais, erradicando esses tipos de erros na instalação. Outro ponto é o desperdício de materiais durante a obra. O projeto elétrico estima a quantidade de fios, eletrodutos, por exemplo, diminuindo drasticamente a sobra de materiais durante a construção. Outro fator é a segurança. Diariamente vemos em telejornais, websites ou mesmo em nossas cidades grandes incêndios em residências ou pontos comerciais e industriais provocados até então por motivos desconhecidos. Um dos motivos mais comuns é o curto-circuito nas instalações elétricas (PROCOBRE, 2014). De acordo um levantamento feito pela Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (Abracopel), 757 ocorrências foram contabilizadas no ano de 2013, onde 24 acidentes foram por descargas atmosféricas; 165 choques elétricos tiveram sequelas; 234 curtos-circuitos; 592 acidentes foram fatais, totalizando 1.015 acidentes envolvendo a eletricidade.

Geralmente os incêndios ocorridos em instalações elétricas ocorrem pelo efeito Joule e emendas malfeitas. Quanto maior for a corrente que percorre o condutor, maior será a decorrência do efeito. Este condutor, se não estiver dimensionado de acordo as características da instalação e se não estiver isolado adequadamente, pode ser sobrecarregado e gerar aquecimento maior que sua resistência, causando uma série de fatores prejudiciais como curto-circuito e incêndio. Diante disso, os condutores devem ser bem

dimensionados, de acordo o local, o método de instalação e a corrente demandada pelo sistema.

2.4 Dispositivos de proteção, seccionamento e comando

Os dispositivos de proteção, seccionamento e comando são basicamente dispositivos que dão segurança a instalação, localizados no quadro de distribuição da instalação. Eles asseguram riscos como curtos-circuitos e choques elétricos, por exemplo. Os dispositivos normalmente utilizados em instalações elétricas prediais são os disjuntores, o DPS (Dispositivo de Proteção contra Surtos de Tensão) e o IDR (Interruptor Diferencial Residual) (TRAJANO, 2013).

2.4.1 Disjuntor

O disjuntor é o dispositivo que faz a proteção dos circuitos dos equipamentos e é de mútua importância que os disjuntores estejam dimensionados corretamente de modo a proteger efetivamente tanto os circuitos como os equipamentos do setor (NBR 5410, 2008).

FIGURA 01: Disjuntor termomagnético



Fonte: NG Elétrica (ngeletrica.com.br)

2.4.2 Dispositivo de Proteção contra Surtos de Tensão

O Dispositivo de Proteção contra Surtos de Tensão (DPS) é um dispositivo que protege a instalação com surtos de tensão providos de descargas atmosféricas. Diferentemente do sistema de SPDA, o DPS atua no interior da instalação, protegendo os equipamentos e a instalação interna do ponto comercial, escoando a descarga para o sistema de aterramento (FILHO, 2013).

Não existe efetividade do DPS se a instalação não conter o sistema de aterramento. O nível de proteção indica a capacidade do DPS em limitar sobretensões, ou seja, é a tensão que o DPS deixa passar à instalação. Deve ser compatível com os valores de suportabilidade a impulsos dos componentes da instalação. A tensão máxima de operação contínua do DPS é a relação da conexão do DPS e os condutores. Indica a tensão mínima que deve ser aplicada aos terminais do DPS sem comprometer o funcionamento (NB4 5410, 2008).

FIGURA 02: DPS (Dispositivo de Proteção contra Surtos de Tensão)



Fonte: Soluções Industriais (solucoesindustriais.com.br)

2.4.3 Interruptor Diferencial Residual

O Interruptor Diferencial Residual (DR ou IDR) é um equipamento que protege a instalação contra fugas de corrente. Diferentemente do DDR, o IDR não dispensa o disjuntor separado (FILHO, 2013). Basicamente, para o

dimensionamento do IDR, deve ser considerado três fatores: a corrente nominal de funcionamento do IDR, a classe e a corrente de fuga suportada. A corrente nominal se caracteriza conforme a proteção do circuito, ou seja, é a mesma corrente do disjuntor. Já a classe do equipamento é em relação ao tipo de corrente que será detectada: corrente alternada, contínua, contínua pulsada, contínua pulsada super imunizado. O valor da corrente de fuga é especificado por locais de difícil acesso (10mA), proteção contra choques elétricos por contato direto e indireto (30mA ou $\geq 30\text{mA}$) e proteção para risco de incêndio (300mA a 1000mA) (NBR 5410, 2008).

FIGURA 03: IDR (Interruptor Diferencial Residual)



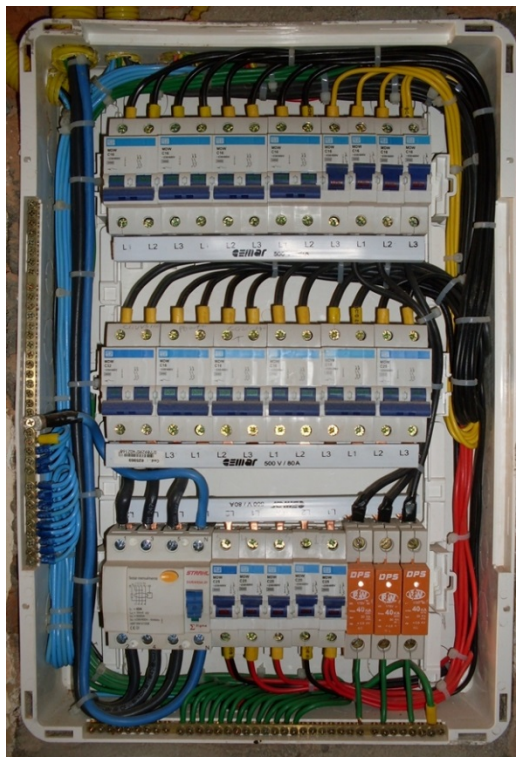
Fonte: NG Elétrica (ngeletrica.com.br)

2.5 Quadros de Distribuição

Os quadros de distribuição abrigam todos os dispositivos de proteção, seccionamento e comando dos circuitos elétricos. É do quadro de distribuição que se inicia a alimentação dos pontos de utilização através dos condutores. O quadro de distribuição é necessário para identificar cada circuito que compõe a instalação, assim tendo a exatidão de onde vem a alimentação dos aparelhos que serão futuramente instalados (como iluminação, chuveiros, geladeiras, etc). O quadro de distribuição normalmente fica no centro da instalação, em

local de fácil acesso, com isso, sendo rápida o seccionamento dos componentes caso haja algum problema na instalação (CAVALIN, 2012).

FIGURA 04: Quadro de distribuição de acordo a NBR 5410



Fonte: Habitissimo (fotos.habitissimo.com.br)

Na figura 04, um quadro de distribuição predial bem dimensionado, de acordo as normas técnicas. Podemos perceber que os condutores são bem organizados, facilitando a distribuição entre os circuitos e a identificação dos disjuntores. É fácil visualizar também os componentes de segurança como o DR e o DPS, que são os aparelhos que garantem a segurança da instalação e do usuário.

FIGURA 05: Quadro de distribuição fora dos padrões



Fonte: Acervo do autor

Já na figura 05, podemos perceber um quadro de distribuição totalmente fora das normas técnicas. O quadro de distribuição não apresenta qualquer tipo de segurança e além dos disjuntores, não há nenhum tipo de proteção tanto para o circuito quanto para quem utiliza. A adequação de quadros de distribuição é muito importante porque garante o bom funcionamento da instalação e previne riscos de acidentes e incidentes decorrentes de mal funcionamento da instalação.

2.5.1 Dimensionamento de quadros de distribuição

O quadro de distribuição é o local onde o projetista aloca toda distribuição da instalação elétrica, ou seja, onde são instalados os dispositivos de proteção. Recebe os condutores do ponto de entrada principal vindo diretamente do medidor. Dele também parte os circuitos esboçados na planta do ambiente, que alimentam as diversas cargas da instalação (lâmpadas, tomadas, condicionador de ar etc.) (TRAJANO, 2013).

De acordo com Bertocel (2008, p. 52) o quadro de distribuição deverá:

- Conter um dispositivo de proteção diferencial residual contra choques elétricos;

- Conter um dispositivo de proteção contra surtos de tensão;
- Ser instalado em um local de fácil acesso, com proteção adequada as influências externas e local onde haja maior concentração de cargas de potencias levadas;
- Possuir identificação dos circuitos;
- Possuir uma reserva para umas ampliações futuras, compatível com a quantidade e tipo de circuitos previstos inicialmente.

O dimensionamento dos equipamentos do quadro distribuição deverá ser feito de acordo a NBR 5410:2008 e as características dos circuitos que o QD irá alimentar.

3 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA

3.1 Classificação da Pesquisa Quanto aos Fins

O estudo de caso dos dispositivos de proteção nas instalações elétricas em prédios públicos, especificamente de uma igreja na cidade de Poté/MG é um estudo qualitativo e descritivo que consiste em analisar as instalações elétricas do mesmo, ressaltando os pontos negativos da ausência de aplicação de dispositivos de proteção em quadros elétricos com base nos conceitos das normas regulamentadoras, demonstrando a economia, viabilidade e segurança da implantação destes dispositivos e especificando quais e como os dispositivos devem ser implantados.

3.2 Classificação da Pesquisa Quanto aos Meios

3.2.1 Descrição e caracterização da área de estudo

O estudo de caso dos dispositivos de proteção da igreja é um estudo do tipo pesquisa de campo que engloba análises de viabilidade técnica, econômica e energética em seu contexto.

A área de estudo é classificada como uma Igreja Católica (estabelecimento onde acontecem cultos religiosos de origem Católica Apostólica Romana) administrado pela Diocese de Teófilo Otoni, que está localizado na cidade de Poté, nordeste de Minas Gerais, na Praça Frei Gaspar, número 47, Centro.

A construção com cerca de mais de 20 anos conta e as instalações elétricas desta construção não tiveram acompanhamento por profissional capacitado e tampouco projeto executivo e estudo de viabilidade, sendo desta forma defasada em vários aspectos como segurança, economia e principalmente eficiência. É possível enxergar nitidamente as instalações mal dimensionadas e inacabadas no interior da construção, gerando certo desconforto e insegurança às pessoas. O quadro de distribuição não conta com equipamentos de proteção, local onde será focalizado as atenções.

3.2.2 Procedimento de Coleta de Dados

Os procedimentos de coleta de dados serão feitos de duas formas:

- Coleta de dados no campo de estudo – os levantamentos dos dados serão feitos pelo discente no local do estudo (igreja) para que sejam feitos o tratamento dos dados de acordo com as metodologias que serão aplicadas baseadas nas literaturas escolhidas para o tratamento dos dados.
- Coleta de dados em livros, artigos, normas e estudos – as metodologias aplicadas para o tratamento dos dados serão retiradas de livros, normas, artigos e estudos que abrangem o tema proposto.

3.3 Tratamento dos Dados

- 1) Levantamento de dados gerais do local de estudo – levantamento dos dados da igreja como localização e das características da instalação elétrica como tensão de fornecimento e área total, por exemplo.
- 2) Análise dos quadros de distribuição - Analisar os quadros de distribuição do prédio em questão, apontando os pontos que não estão de acordo as normas regulamentadoras.
- 3) Desenvolvimento dos estudos técnicos enfatizando a importância dos dispositivos de proteção – apresentar os dispositivos de proteção e demonstrar a importância desses dispositivos na instalação em questão.
- 4) Elaboração das recomendações e conclusões – descrição de recomendações e conclusões para garantir a segurança e conforto para as pessoas e o para o local de estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Levantamento de dados gerais do local de estudo

A primeira etapa consistiu em levantar os dados gerais da igreja, especificando desde o nome até a tensão de fornecimento da concessionária.

A área de estudo é classificada como uma Igreja Católica (estabelecimento onde acontecem cultos religiosos de origem Católica Apostólica Romana) administrado pela Diocese de Teófilo Otoni, que está localizado na cidade de Poté, nordeste de Minas Gerais, na Praça Frei Gaspar, número 47, Centro.

Segundo dados recolhidos da concessionária de energia elétrica regente, no caso a CEMIG, a construção é classificada como Templo Religioso e fornecida com rede comercial bifásica (duas fases) e tensão 127/220 V. A média de consumo energético é de 350 kW mensais, onde o maior consumo são nos meses iniciais do ano e o menor nos meses finais, segundo levantamento.

A construção tem mais de 50 anos, mas a instalação elétrica sofre alterações ao longo do tempo sendo a mais recente com mais de 20 anos. As instalações elétricas desta construção não tiveram acompanhamento por profissional capacitado e tampouco projeto executivo e estudo de viabilidade, sendo desta forma defasada em vários aspectos como segurança, economia e principalmente eficiência. É possível enxergar nitidamente as instalações mal dimensionadas e inacabadas no interior da construção, gerando certo desconforto e insegurança às pessoas. O quadro de distribuição não conta com equipamentos de proteção, local onde será focalizado as atenções.

Depois de levantar os dados da igreja e do fornecimento de energia, foi estudado os fluxos de cargas da instalação, ou seja, como cada quadro é alimentado até o fornecimento para os equipamentos ou pontos de força.

FIGURA 06: Fachada da Igreja



Fonte: Acervo da própria pesquisa

FIGURA 07: Interior da Igreja



Fonte: Acervo da própria pesquisa

4.2 Análise dos quadros de distribuição

Inicialmente, foi feita uma breve análise da construção como um todo e ressaltado os principais erros existentes na igreja. Esses são alguns pontos que levaram a instalação elétrica em estudo a condição que ela se encontra atualmente:

- Inexistência de projeto elétrico;
- Quadros de distribuição não dimensionados;
- Contratação de profissionais capacitados para execução dos serviços;
- Produtos velhos e de má qualidade;

Após a análise, o estudo foi concentrado nos quadros de alimentação e distribuição, onde os dispositivos de proteção são localizados. A instalação conta com um quadro de alimentação geral, onde a energia é medida e distribuída para os quadros de distribuição na instalação e conta com três quadros de distribuição, onde a energia é distribuída para os pontos de consumo. Os pontos de consumo são basicamente;

- Lâmpadas fluorescentes;
- Tomadas de uso geral;
- Aparelhos amplificadores de som;
- Ventiladores;
- Projetor de imagens;

Como pode perceber, a instalação não conta com equipamentos de grande consumo de energia como motores, refrigeradores e máquinas de solda, sobretudo a instalação não descarta a utilização de dispositivos de proteção nos quadros de distribuição, pois é um local de grande afluência de pessoas e a segurança é um dos fatores imprescindíveis em uma instalação elétrica.

Na figura 08, vemos o quadro de alimentação, onde a energia é entregue pela concessionária local. É visível a falta de compromisso com a segurança, onde o quadro se localiza em local exposto em via pública, podendo assim causar grande dano à quem se aproxima. Outro fator é a

decorrência de curto circuito. Os condutores que alimentam o quadro estão fora de ordem e desencapados, sem qualquer tipo proteção ou demarcação com etiquetas ou cores variadas. O disjuntor principal é obsoleto e está exposto, correndo risco de ser acionado por outros fatores, perdendo assim o grande propósito que é a proteção do circuito de alimentação

FIGURA 08: Quadro de alimentação



Fonte: Acervo da própria pesquisa

Em seguida, foram analisados os quadros de distribuição que enviam a energia para os pontos de utilização, conforme as imagens abaixo. Foram adotadas as nomenclaturas aos quadros de acordo o fluxo de estudo, sendo do Quadro de Distribuição 01 ao Quadro de Distribuição 03, respectivamente o fluxo de estudo.

Não existe qualquer tipo de associação dos quadros de distribuição, ou seja, o acionamento desses quadros é diretamente no quadro de medição. Portanto, caso ocorra alguma emergência, o quadro de distribuição é acionado

onde a concessionária entrega a energia, desligando não apenas o circuito ou quadro defeituoso, mas sim o fornecimento geral da energia.

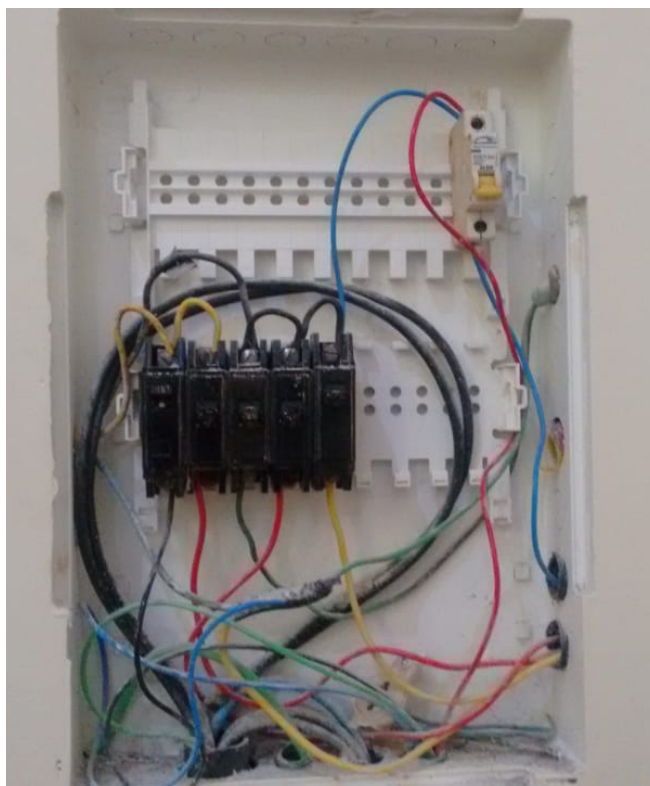
Primeiramente, foi analisado o QD01 onde encontramos a melhor das situações. O quadro é composto por cinco disjuntores monofásicos para acionamento de iluminação e tomadas de uso geral. O quadro está em boas condições e não apresenta fiação exposta, mas também não apresenta dispositivos de proteção como DR e DPS. Os disjuntores são obsoletos, do tipo NEMA, e segundo a administração da igreja, estão instalados a cerca de 30 anos.

FIGURA 09: Quadro de Distribuição 01



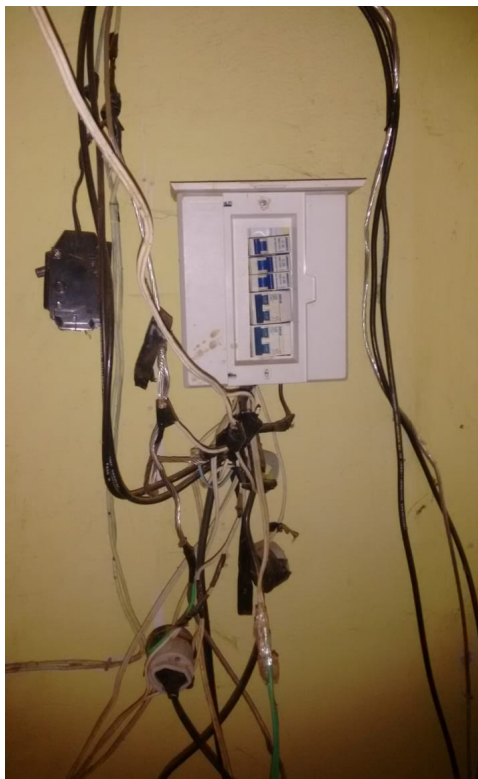
Fonte: Acervo da própria pesquisa

O QD02 é composto por também cinco disjuntores monofásicos do tipo NEMA e um disjuntor monofásico do tipo DIN. A instalação do quadro também não se encontra em perfeita ordem, onde os condutores estão entrelaçados e não seguem nenhuma ordem lógica de marcação por cor ou etiqueta. Vale ressaltar também que disjuntores do tipo NEMA são pouco utilizados nas construções atuais. As instalações subordinadas ao QD02 também não são protegidas por DR e DPS.

FIGURA 10: Quadro de Distribuição 02

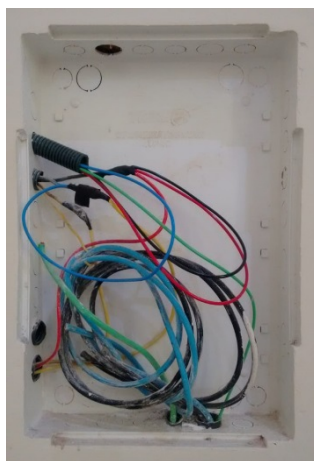
Fonte: Elaborado pelo autor.

O quadro é composto por 3 disjuntores monofásicos e 2 disjuntores bifásicos, do tipo DIN e apresenta total descaso com a segurança da instalação. Como pode ser observado na imagem abaixo, a quantidade de erros encontrados é grande como por exemplo, instalação exposta e condutores “isolados” com matérias não permitidos por normas técnicas. Quando o condutor é isolado com material plástico, por exemplo, por ser um material de fácil combustão, o risco de incêndio aumenta exponencialmente, o que pode acarretar em grande prejuízo para a construção. Outro fator é a disposição dos condutores, onde no quadro em questão não apresentam quaisquer organizações, também acarretando em risco de curto circuito, levando perigo a construção e a população. O QD03 também não utiliza DR ou DPS para proteção dos circuitos e dos equipamentos.

FIGURA 11: Quadro de Distribuição 03

Fonte: Elaborado pelo autor.

Também foi localizado na instalação pontos de derivação e de alimentação de equipamentos sem proteção, com fiação exposta, conforme imagens abaixo. A fiação exposta é um grande fator para a ocorrência de curtos circuitos no sistema, e como a instalação não é protegida por dispositivos que combatem esse problema, a chance de incêndios ou queima de equipamentos é muito maior.

FIGURA 12: Caixa de Derivação

Fonte: Acervo da própria pesquisa

4.3 Desenvolvimento dos estudos técnicos enfatizando a importância dos dispositivos de proteção

O primeiro ponto a ser destacado é falta de projeto de instalações elétrica. O projeto elétrico é um estudo imprescindível para instalações de médio consumo, como pontos comerciais, por exemplo. Ele prevê futuras cargas no sistema, evitando o sobrecarregamento, assim também evitando futuros danos como incêndios ou queima de equipamentos causados principalmente por queda de tensão ou efeito Joule nos condutores. O projeto elétrico também assegura uma instalação eficiente, onde os pontos são devidamente calculados e dimensionados de acordo a necessidade da instalação e suas características. Ainda nos deparamos com o benefício da anotação de responsabilidade técnica, junto ao órgão fiscalizador (neste caso, o CREA-MG) que o profissional devidamente registrado irá fornecer à instalação. Os benefícios do projeto são inúmeros e este seria o primeiro providencia a ser tomada.

O segundo ponto é a correção e reestruturação da instalação. Consiste basicamente em correção de erros tanto nos quadros de distribuição como também nos condutores e nos pontos de consumo. Na instalação em questão, especificou-se as seguintes correções:

- Condutores - Para dimensionar um condutor, a instalação deverá sofrer uma análise detalhada das condições e da carga que irá ser alimentada. O dimensionamento do condutor varia de acordo o método de instalação das linhas elétricas. O condutor especificado para a instalação é o Cabo 450/750V não halogenado com camada dupla de polietileno, conforme estabelece a NBR5410. Os condutores deverão ser especificados por cores, de acordo a sua utilização (para fase, neutro, retorno, e condutor terra).
- Eletrodutos - Para eletrodutos, a norma especifica que devem ser não-propagantes de chamas e no caso do circuito de três ou mais

condutores a taxa de ocupação não ultrapasse 40% da ocupação total da secção transversal do eletroduto. Os eletrodutos deverão ser do tipo corrugado flexível $\frac{3}{4}$ ' não propagantes de chamas. Os eletrodutos no piso deverão ser do tipo corrugado rígido $\frac{3}{4}$ ' não propagantes de chamas.

- Disjuntor - O disjuntor é o dispositivo que faz a proteção dos circuitos dos equipamentos e é de mútua importância que os disjuntores estejam dimensionados corretamente de modo a proteger efetivamente tanto os circuitos como os equipamentos do setor. Inicialmente todos os disjuntores do tipo NEMA deverão ser trocados para disjuntores do tipo DIN. Os disjuntores deverão ser dimensionados de acordo o projeto elétrico.
- Quadros de Distribuição – O quadro de distribuição é o local onde ficam alocados os dispositivos de proteção e o barramento onde são interligados. É muito importante que o quadro de distribuição esteja em perfeita ordem para que não haja complicações em futuras manutenções ou aumento de carga. Os quadros em questão devem passar por um processo de reestruturação e correção dos pontos que estão fora de ordem e em desacordo às normas técnicas especificadas.
- DPS (Dispositivo de Proteção contra Surtos de Tensão) - O DPS é um dispositivo que protege a instalação com surtos de tensão providos de descargas atmosféricas. Diferentemente do sistema de SPDA, o DPS atua no interior da instalação, protegendo os equipamentos e a instalação interna do ponto comercial, escoando a descarga para o sistema de aterramento. Não existe efetividade do DPS se a instalação não conter o sistema de aterramento.
- IDR (Interruptor Diferencial Residual) - O Interruptor Diferencial Residual (DR ou IDR) é um equipamento que protege a instalação contra fugas de corrente. Diferentemente do DDR, o IDR não dispensa o disjuntor

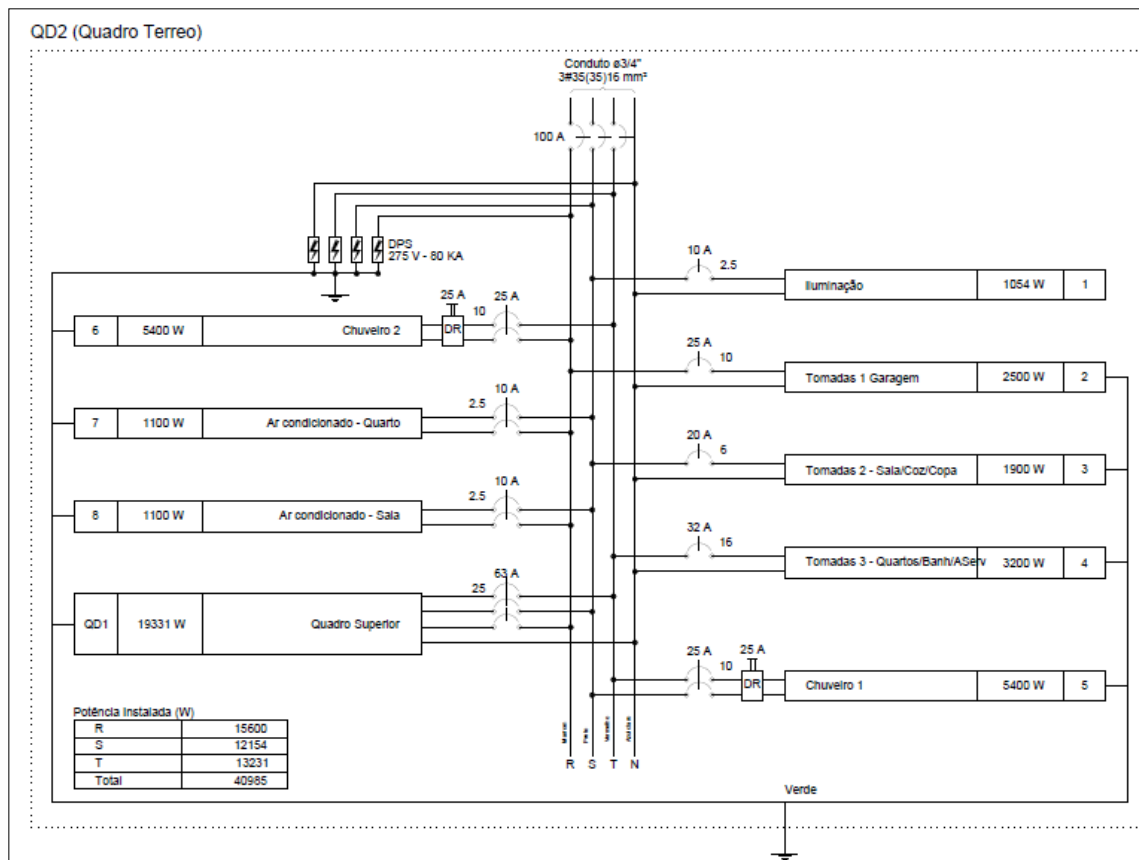
separado. Basicamente, para o dimensionamento do IDR, deve ser considerado três fatores: a corrente nominal de funcionamento do IDR, a classe e a corrente de fuga suportada. A corrente nominal se caracteriza conforme a proteção do circuito, ou seja, é a mesma corrente do disjuntor. Já a classe do equipamento é em relação ao tipo de corrente que será detectada: corrente alternada, contínua, contínua pulsada, contínua pulsada super imunizado. O valor da corrente de fuga é especificado por locais de difícil acesso (10mA), proteção contra choques elétricos por contato direto e indireto (30mA ou ≥ 30 mA) e proteção para risco de incêndio (300mA a 1000mA).

Tanto o DPS como o DR deverão ser dimensionados de acordo o projeto elétrico executivo da instalação. Ambos são dimensionados de acordo as cargas do sistemas e são imprescindíveis para a instalação.

O terceiro fator para adequação da instalação é o sistema de aterramento. Toda instalação deve ter o sistema de aterramento, tanto dos quadros de distribuição quanto dos pontos de consumo. O sistema de aterramento protege a instalação contra curtos circuitos e descargas atmosféricas e oferece um caminho seguro a corrente não desejada no sistema.

A imagem abaixo mostra o exemplo de um quadro de distribuição corretamente dimensionado. Podemos notar que a instalação conta com os principais dispositivos de proteção (disjuntor, DPS, DR e sistema de aterramento).

FIGURA 13: Proposta de quadro de distribuição



Fonte: Acervo da própria pesquisa

5 CONCLUSÃO

As edificações onde contém grande fluxo de pessoas contam sempre com instalações de alta demanda e equipamentos de grande consumo. Normalmente essas edificações foram construídas há mais de 10 anos, apresentando casos como o estudado. Diante disto, pode perceber que ao dimensionar uma instalação, os proprietários estiveram atentos apenas no valor econômico dos equipamentos e negligenciaram as normas técnicas de aplicação dos mesmos. Como podemos perceber no decorrer do estudo, o dimensionamento correto dos equipamentos é o fator agravante para a economia e o fluxo eficiente da energia.

Em comparação com o dimensionamento correto, a instalação da igreja não é eficiente e também não é segura. Vale ressaltar que o fluxo contínuo da energia nas instalações evita perdas durante o processo de alimentação.

Portanto, as recomendações são seguir os principais pontos indicados no estudo, desde o planejamento com o projeto elétrico executivo, que irá garantir uma instalação econômica, eficiente e segura, passando pela adequação dos pontos que estão em desconformidade com as normas, até a instalação dos dispositivos de proteção finalizando com o sistema de aterramento.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 5410 - *Instalações Elétricas de Baixa Potência*. Rio de Janeiro. 2008.

BERTOCEL, Andréa B. *Instalações Elétricas Prediais*. Rio de Janeiro. SENAI 2008. 58 p. Apostila.

CAMINHA, Amadeu. *Introdução à proteção dos sistemas elétricos*. São Paulo. 1997.

CREDER, Hélio. *Instalações Elétricas*. 15 ed. – Rio de Janeiro : LTC, 2007.

FERNANDES, Amanda. Por que fazer um projeto de instalações prediais. Disponível em: <<http://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/arquitetura-construcao/projeto-instalacoes-prediais/>>. Acesso dia: 26 de abril de 2018.

MAMEDE FILHO, João. *Instalações elétricas industriais - 8.ed. - [Reimpr.]*. - Rio de Janeiro : LTC, 2013.

PROCOBRE. PANORAMA da situação das Instalações elétricas prediais no Brasil. 2014. Disponível em: <http://az545403.vo.msecnd.net/observatoriodaconstrucao/2015/09/dossie_procobre_a4_BX.pdf>. Acesso dia: 26 de abril de 2018.

SENAI – RJ. *Elementos de Instalações Elétricas Prediais – Versão Preliminar*. Rio de Janeiro. 2003.

TRAJANO, *instalações elétrica prediais*, João Pessoa. Janeiro de 2013. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/158440164/Apostila-IFCE-Instalacoes-Eletricas-Prediais-pdf>>. Acesso em: 29 de outubro de 2017.

VANDERSON FLÁVIO, ENE065 - *Instalações Elétricas I*, 2011. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:R8DkGs7xTHwJ:www.ufjf.br/flavio_gomes/files/2011/03/Material_Curso_Instalacoes_I.pdf+&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 29 de outubro de 2017.